

Salas de Ordeño (2ª Parte)

Tipos de instalaciones (IV)

Salas Rotativas

1. Introducción

Abordamos en este trabajo la cuarta y última entrega de los Tipos de Instalaciones de Ordeño, correspondiente a la 2ª parte de un conjunto de artículos que hemos denominado globalmente SALAS DE ORDEÑO.

En esta cuarta entrega describiremos la sala que quizá tenga mayor rendimiento, expresado en vacas ordeñadas/hora, la SALA ROTATIVA, aunque, como trataremos de demostrar, el rendimiento no es tan elevado cuando se expresa en vacas ordeñadas/hora y hombre.

Esta sala suele utilizarse en grandes rebaños, donde se precisa ordeñar un gran número de vacas, 2 ó 3 veces al día. En estos casos, incluso las grandes salas paralelo 2 x 40 (80 unidades) pueden quedarse algo cortas en rendimiento, aunque una posible solución sería instalar 2 salas de ordeño paralelo. No obstante, existen salas rotativas de menor número de plazas, que se utilizan en rebaños de tamaño medio con notable eficiencia.

Aunque la primera sala rotativa se diseñó en Estados Unidos en 1930, no fue hasta los años sesenta del pasado siglo cuando se popularizó en Europa Occidental, Gran Bretaña, Australia; nueva Zelanda y los propios EE.UU. La nueva generación de salas rotativas fue desarrollada en Nueva Zelanda hacia 1970. También fueron muy habituales en los años 60 y 70 en las grandes granjas estatales de los países de Europa del Este.

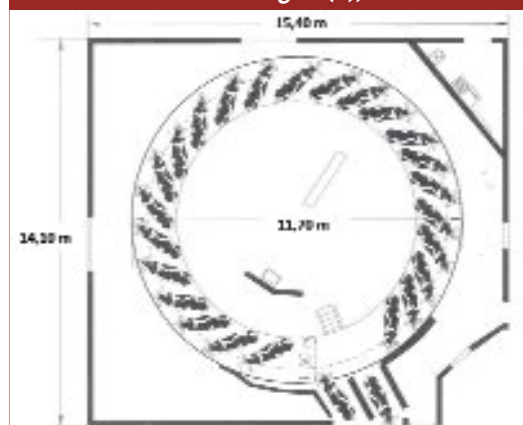
2. Principales características y dimensiones

En este tipo de sala las vacas entran en una plataforma giratoria en movimiento continuo, se ordeñan mientras giran una vuelta completa y salen de la plaza por sí mismas. Existe el inconveniente de vacas con ordeño lento. En este caso, pueden dar una segunda vuelta para terminar su ordeño (disminuyendo el rendimiento horario de la sala). La velocidad de giro puede regularse hasta conseguir la más adecuada. Por ello, resulta conveniente agrupar las vacas en función de su tiempo de ordeño (lo que no siempre resulta fácil) para evitar que la plataforma realice giros con plazas vacías; en realidad, con vacas que ya han terminado de ordeñarse, tanto en el primero como en un posible segundo giro.

Existen dos modelos diferentes de salas rotativas: El modelo de ordeño interior, llamado **roto-tándem**

o **“roto-espina”**, en el que las vacas se sitúan en una posición tangencial (en tándem o en espina de pescado, respectivamente) respecto a una plataforma circular (Figuras 1a y 1b). La cabeza del animal se dirige hacia el exterior de esta plataforma o carrusel y el ordeñador se coloca en el interior de dicha plataforma. La accesibilidad de la ubre es similar a la del ordeño en salas en espina de pescado (figura 2). En la actualidad este tipo de salas se instalan menos que el modelo que explicaremos seguidamente y, especialmente, en tándem, están prácticamente fuera de uso).

Figura 1a y 1b. Sala roto-tándem. Ejemplo de dimensiones para 24 plazas
(Billon y col., 2009 (a); catálogo GEA Farm Technologies (b))



Antonio Callejo Ramos (antonio.callejo@upm.es) y **Miguel Ángel Majano Gamarra** (Miguelangel.majano@upm.es) Dpto. de Producción Animal. EUIT Agrícola-UPM

El modelo de ordeño exterior, denominado **radial**, en el que las vacas se colocan, precisamente, en posición radial sobre el carrusel, con la cabeza dirigida hacia el interior del mismo (Figuras 3a y 3b). El ordeñador está en el exterior de la plataforma, siendo el acceso a la ubre por entre las patas traseras, como en las salas paralelo. (figura 4).

Las salas rotativas están muy automatizadas, equipadas con retiradores automáticos de pezoneras, y los corrales de espera disponen de sistemas para empujar a las vacas hacia la sala de ordeño, elemento indispensable cuando no hay más que un ordeñador o en salas roto-espina, en la que los operarios están en el interior de la plataforma. Deben evitarse pasillos muy largos donde las vacas no ven la plataforma hasta el último momento.

2.1. Rotativas de ordeño exterior

En las salas de ordeño exterior, la entrada de las vacas es muy sencilla: la vaca entra en la sala de ordeño y sólo debe avanzar unos pocos metros (2,5-3 m) para situarse en su box de ordeño.

El ordeñador está cerca, paralelamente a dicha entrada y puede intervenir rápidamente en caso necesario. Sin embargo, la salida es algo más complicada, pues la vaca debe retroceder unos pocos pasos y dar media vuelta para enfilarse al pasillo de retorno. Como esta salida está justo al otro lado del ordeñador respecto a la posición de entrada de las vacas, aquél difícilmente puede intervenir. Para facilitar la salida, es suficiente disponer de un mecanismo en la zona de salida que obligue a la vaca a dar un paso hacia atrás. Cuando el animal siente que uno de sus pies está sobre suelo fijo, sale con facilidad de la plataforma. Esta zona de salida debe tener suficiente anchura (al menos, 3 m) para que la vaca pueda girarse hacia la derecha o hacia la izquierda (figura 5)

En este tipo de salas, la circulación de las vacas es un aspecto importante para el buen desarrollo del ordeño: determina la cadencia de ordeño y el confort de trabajo de los ordeñadores. Es aconsejable colocar un elemento de seguridad a la entrada de la plataforma de forma que impida que dos vacas entren en una misma plaza.

Las principales características de este sistema son:

- El ordeñador está situado fuera de la plataforma, lo que supone una mayor sensación de comodidad en las condiciones de trabajo.
- Existe un buen control de lo que sucede en la sala de espera, ya que se divide desde el

Figura 5. Dimensiones de la zona de salida de las vacas en una sala rotativa de ordeño exterior. (Callejo, 2006; adaptado de McFarland, 2001)



Figura 2. Accesibilidad lateral de la ubre



Figuras 3a y 3b. Sala rotativa radial. Ejemplo de dimensiones para 24 plazas

(Billon y col., 2009(a); catálogo GEA Farm Technologies (b))

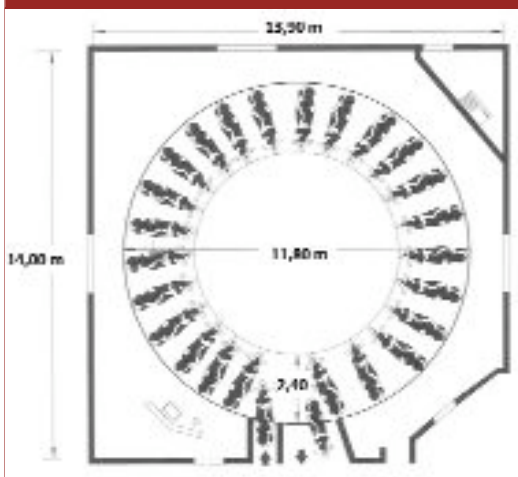


Figura 4. Accesibilidad posterior a la ubre



Salas Rotativas

puesto de ordeño.

- c) Debido a la disposición de los animales, el ordeño se realiza igual que en las salas de ordeño en paralelo con foso, esto es, por detrás.
- d) La plataforma viene provista de una barra de protección contra las coces de las vacas.

2.2. Rotativas de ordeño interior

En las rotativas de ordeño interior, la entrada es algo más complicada pues las vacas deben entrar avanzando y, simultáneamente, realizar un giro de unos 130° para poder colocarse en el box que le corresponde. La salida de los ordeñadores del foso de ordeño para ir al corral de espera es más complicado y requiere más tiempo que en las salas rotativas radiales, por lo que hay que hacer lo posible por evitarlo. Para ello, es indispensable disponer de un sistema óptimo de ayuda de entrada a las vacas. Una solución bastante costosa es construir un paso inferior que salve la plataforma por debajo de ella. Una solución más económica es disponer de pasos de hombres (en cada plaza de ordeño o cada determinado número de ellas), al que se accede por una pequeña escalera colocada frente a la salida de la sala.

Las principales características de esta sala son:

- a) El ordeñador está situado en el interior de la plataforma, lo que empeora, en cierta medida, sus condiciones de trabajo. Puede existir una cierta sensación de claustrofobia, ya que el operario tiene la sensación de que toda la plataforma, con las vacas sobre ella, gira a su alrededor.
- b) El ordeño se realiza por el lado, como en las salas en espina de pescado convencionales.
- c) Cuando una vaca no ha terminado de ordeñarse, y llega al final de la vuelta, o bien hay que parar la plataforma manualmente, o bien ésta se parará mediante un dispositivo de final de ordeño que se acciona automáticamente cuando el juego de ordeño no ha sido retirado.
- d) El ordeñador controla con un simple golpe de vista a todos sus animales y ve en todo momento lo que está sucediendo en el ordeño. Asimismo, cuando el dueño de la explotación participa en el ordeño puede controlar perfectamente al personal y ver cómo están realizando su trabajo. Estas dos características suponen una gran ventaja de este tipo de salas.
- e) La desventaja es que el ordeñador ignora en todo momento lo que sucede en el área de espera. Si en ésta sucede alguna anomalía,

el ordeñador (si está ordeñando solo) deberá salir de la plataforma y acercarse al corral de espera para solucionar el problema, con la consiguiente pérdida de tiempo.

Aunque la plataforma de una sala rotativa radial es inferior a la de una roto-espina, para el mismo número de plazas, la diferencia entre ambos modelos se reduce al tener en cuenta la zona de trabajo necesaria en la parte exterior de la plataforma, de unos 1,50 m de anchura. No obstante, las dimensiones del Centro de ordeño no dependen únicamente de las dimensiones de la plataforma sino que están ligadas a la disposición de las demás dependencias (corral de espera, lechería, sala de máquinas).

Uno de los principales inconvenientes de las salas rotativas es que son de imposible ampliación. Por tanto, será necesario sobredimensionarla desde el principio si se quiere tener en cuenta futuras necesidades, con el consiguiente sobre coste, que es necesario amortizar. Quizá sea más realista y sencillo aumentar la capacidad de ordeño de estas salas alargando el tiempo de ordeño, reduciendo la duración de la rutina o aumentando el número de operarios para acortar la cadencia de entrada de los animales. Por ejemplo, una instalación de 24 plazas que permita ordeñar 100 vacas en una hora, alargando el tiempo de ordeño en 30 minutos podrá ordeñar 50 vacas más, manteniendo un tiempo de ordeño aceptable.

3. Productividad Horaria

El trabajo en salas de ordeño rotativas genera pocos tiempos muertos. Los propietarios de estas salas suelen comentar que el ritmo de trabajo es bastante sostenido y repetitivo. Esto se acentúa en instalaciones con un único ordeñador, donde los tiempos muertos habituales del 15 % raramente se alcanzan y se sitúan generalmente entre el 4 y el 7 %.

El ritmo oscila entre 3,6 y 4,6 vacas/plaza, lo que supone una baja productividad por punto de ordeño. Una instalación con 20 puntos de ordeño (plazas) permite ordeñar en una hora una rebaño de 90 vacas y una de 24 plazas, un efectivo de alrededor de 100 animales. Para mantener este ritmo y realizar una adecuada rutina de ordeño es necesario contar con dos operarios. Reduciendo la duración de la rutina podría trabajar con un solo ordeñador. El buen funcionamiento de estas salas está condicionada (mucho más que en las salas de ordeño fijas) por una perfecta relación entre el área de espera y la plataforma rotativa, tanto más en las salas roto-espina, en las que es más dificultosa la salida del ordeñador desde el interior de la plataforma.

Tabla 1. Dimensiones indicativas de salas rotativas según el número de plazas
(Billón y col, 2009)

Tipo de Instalación	Ordeño Interior (roto-espina)		Ordeño exterior (roto-radial)	
Número de plazas	20	24	20	24
Anchura plataforma (m)	1,6	1,6	2,2	2,4
Diámetro externo (m) ¹	10,1	11,7	13,0	13,9
Longitud sala (m)	14,6	15,4	13,0	13,9
Anchura sala (m)	12,7	14,1	13,0	13,5
Superficie sala (m ²)	185	217	169	188

1.- El diámetro se puede calcular aplicando una fórmula sencilla:
diámetro plataforma = (nº de plazas x longitud de plaza)/3,14

Tabla 2. Rendimientos de ordeño en salas rotativas: situación con dos ordeñadores y aplicación de buenas prácticas de higiene (Fuente: Billon y col., 2009)

Número de plazas	20	24	28	32
Rendimiento potencial (vacas/hora)	80-95	90-110	100-125	120-150

Con un solo ordeñador, estos rendimientos se reducirían, al menos, un 20%. Podrían mantenerse simplificando la rutina de ordeño, lo que puede suponer ciertos riesgos en el control de mamitis.

Los dos modelos descritos tienen rendimientos bastante similares (tabla 2). Las roto-espina presentan la ventaja de una mejor accesibilidad de las vacas para un solo ordeñador. La circulación de los animales en la entrada y la salida es, por el contrario, mejor en las salas radiales. Los dos modelos permiten limitar los desplazamientos de los operarios, al menos, en teoría, respecto a las instalaciones fijas.

Supongamos una sala rotativa de 24 plazas en la que fijamos un ritmo de giro de 10 minutos por vuelta. El cálculo del tiempo de ordeño por vaca y del número de vacas ordeñadas por hora se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$T = \frac{10 \text{ min/vuelta}}{24 \text{ plazas}} = 0,47 \frac{\text{min}}{\text{plaza}} \quad (28 \text{ seg})$$

T (tiempo por cada vacas)

$$D = \frac{60 \text{ min/hora}}{0,47 \text{ min/plaza}} = 127 \text{ vacas/hora}$$

D (vacas por hora)

Si sólo ordeña 1 operario, el rendimiento en vacas/hora y hombre es el mismo que el que señala la ecuación. En 28 segundos un ordeñador puede hacer una rutina suficientemente completa si no tiene que hacer pre-dipping y, por tanto, esperar 30 segundos para que actúe el producto. Sin embargo, si por la causa que sea (deficiente circulación de animales, rutina preordeño prolongada, etc.) son necesarios 2 ordeñadores, el rendimiento citado se reduce a la mitad.

Incluso con un tiempo de giro más rápido (por ejemplo, 8 minutos/vuelta) el tiempo por vaca sería de 20 segundos, en principio, suficiente. Pensemos ahora en una sala rotativa con el doble de plazas (48) que la del ejemplo anterior. La velocidad radial sería la misma (10 min/vuelta), pero al ser más grande (mayor diámetro), la velocidad lineal sería mayor; es decir, las vacas pasarían más rápido por delante del ordeñador:

$$T = \frac{10 \text{ min/vuelta}}{48 \text{ plazas}} = 0,21 \frac{\text{min}}{\text{plaza}} \quad (12,5 \text{ seg})$$

En esta situación es imposible que un solo ordeñador pueda trabajar solo si quiere hacer una mínima rutina. Incluso con 2 operarios, resultará casi imprescindible que las vacas lleguen a la sala de ordeño con la ubre muy limpia para que la rutina pueda ser muy simple y corta. La situación será más complicada cuanto mayor sea el tamaño de la sala (figura 6), lo que obligará a trabajar con un número

suficiente de ordeñadores. El rendimiento en vacas ordeñadas/hora será muy alto, pero no tanto si el rendimiento se expresa en vacas/hora y hombre.

En este punto, cabe arbitrar 2 soluciones. Una es aumentar el tiempo por vuelta, lo que puede dar lugar a que las vacas terminen de ordeñarse mucho antes de llegar al punto de salida. Otra es aumentar la velocidad de giro para aprovechar al máximo el tiempo de los ordeñadores necesarios y limitar los tiempos muertos. En esta situación, ¿las vacas entrarán a la plataforma si esta gira excesivamente deprisa?

Los estudios de Meffe y Billon (2007) realizados en 25 salas rotativas de los dos tipos explicados y con tamaños entre 18 y 32 plazas de ordeño, muestran que las salas rotativas no presentan rendimientos netamente superiores a las instalaciones estáticas (espina de pescado, paralelo) para el mismo número de plazas de ordeño. Sí permiten simplificar el ordeño, pero a costa de reducir las medidas higiénicas en los pezones al principio y al final del ordeño, sobre todo si se pretende ordeñar con un solo operario y mantener ritmos de ordeño elevados. Asimismo, puesto que el ritmo de trabajo es bastante sostenido y con pocos tiempos muertos, el cansancio empieza a aparecer ostensiblemente tras 1,5 horas de ordeño.

4. Principales ventajas e inconvenientes de las salas de ordeño Rotativas

Las ventajas de estas salas se sintetizan en los puntos siguientes

- El ordeño es continuo, tanto para el ordeñador como para los animales
- El ordeñador permanece fijo en su puesto de ordeño. En este caso, las vacas son las que se desplazan y pasan por delante del ordeñador, ya que se sitúan encima de una plataforma que gira lentamente.
- Optimización de la mano de obra
- Elevados rendimientos (vacas/hora)
- Buena ergonomía del trabajo de ordeño

La plataforma de la rotativa suele ser de hormigón armado antideslizante y avanza sobre unas ruedas de soporte prácticamente libres de desgaste y mantenimiento, fabricadas en nailon, agrupadas en un tren y que se deslizan sobre unos carriles, con suavidad y sin ruido (Figura 6).

Disponen de un tablero de mando que permite la regulación del funcionamiento de la plataforma, hacia delante o hacia atrás. La velocidad de giro de la plataforma es regulable, pudiéndose variar esta velocidad dependiendo del tiempo medio que tarde una vaca en ordeñarse. En algunos modelos, más sofisticados, la velocidad de giro está re-

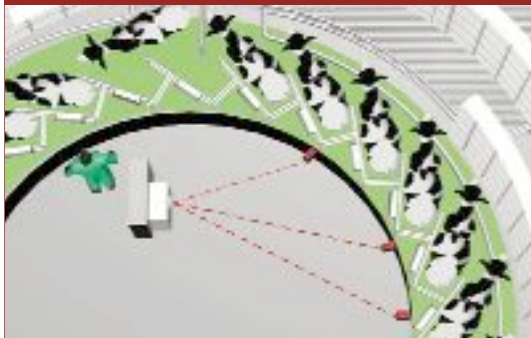
Figura 6. Ruedas de nailon para un funcionamiento suave y sin ruido (catálogo GEA Farm Technologies)



Salas Rotativas

gulada a través de los medidores de producción de leche de cada plaza, de forma que son los que están más próximos a la salida los que pueden ralentizar el giro de la plataforma para que la vaca pueda ordeñarse completamente antes de llegar hasta este punto de salida y que puedan salir evitando que vuelvan a dar otro giro. (Figura 7).

Figura 7. Los detectores de flujo de leche detienen la plataforma en caso necesario (cortesía de A. Franch)



CONCLUSIONES

Las salas rotativas son una opción muy adecuada cuando se trata de ordeñar un gran número de animales en un tiempo prudencial, aunque si en la explotación se dispone de mano de obra exclusivamente dedicada al ordeño, el único tiempo límite es el de la jornada laboral.

También son una buena opción cuando se trata de obtener rendimientos de ordeño elevados con un único ordeñador aunque, en este caso, las salas rotativas no pueden ser excesivamente grandes (no más de 24 plazas) si se quiere realizar un rutina de ordeño correcta desde el punto de vista higiénico.

A nuestro juicio, sus principales inconvenientes (imposibilidad de ampliación y mayor coste de la obra civil necesaria por unidad de ordeño para albergar la plataforma) deben ser considerados a la hora de tomar una decisión de compra.

Principales referencias consultadas

- Alonso, M. 2002. *Detalles constructivos en las salas de ordeño*. En: "El ordeño en el ganado vacuno: aspectos claves". (Coord. C. Buxadé). Mundi-Prensa Libros.
- Billon, P y col. 2009. *Traite des vaches laitières*. France Agricole.
- Bureau Technique de Promotion Laitière (BTPL). *Le logement du troupeau laitier. Conseiller et concevoir* (2ª ed.). 2005. Ed. France Agricole
- Callejo, A.; 2006. *La salida de la sala de ordeño y el bienestar*. En: "Bienestar y vacuno de leche: mitos y realidades" (Coord. C.Buxadé). Ed. Euroganadería.
- Franch, A. 2001. *Las salas rotativas: el futuro en los grandes rebaños lecheros*. En: *Ordeño Mecánico*. Monografía Bovis, nº 99. (Coord. A. Callejo). Ed. Luzán5.
- Meffe, N. y Billon, P. 2007. *Références techniques sur le travail en salles de traite rotatives. Résultats d'une enquête réalisée dans 25 installations en France*. Collection Resultats. Institut de l'Élevage.
- Sánchez, J.L. 2002. *Los distintos tipos de salas de ordeño*. En: "El ordeño en el ganado vacuno: aspectos claves". (Coord. C. Buxadé). Mundi-Prensa Libros.
- Smith, J.F. y col. 1998. *Factors affecting milking parlor efficiency and operator walking distance*. *Applied Engineering in Agriculture*, 14(6): 643-647.

